

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-264533

(43)Date of publication of application : 26.09.2001

(51)Int.Cl.

G02B 5/28
G02B 1/11
G11B 7/12
G11B 7/135

(21)Application number : 2000-070571

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 14.03.2000

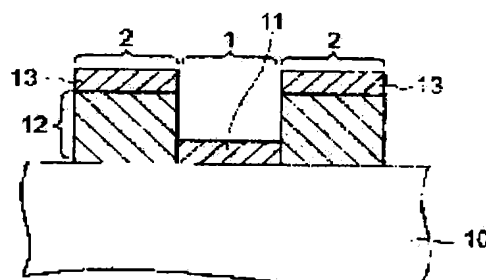
(72)Inventor : TOKUHIRO SETSUO
HIRAYAMA HIROSHI

(54) OPTICAL COMPONENT HAVING WAVELENGTH SELECTING FUNCTION, AND OPTICAL PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical component having a dichroic filter capable of enhancing the latitude of design by providing a phase adjusting layer capable of adjusting a phase while maintaining a desired transmittance characteristic for a wavelength on a specified layer constituting the dichroic filter and a reflection preventing film on the same optical plane and to provide an optical pickup device.

SOLUTION: The optical component is provided with a substrate 10 and optical multi-layered films 12 on the substrate, consisting of plural optical layers having a wavelength selecting function for more transmitting light having on wavelength through the optical plane and more reflecting light having the other wavelength on the optical plane. The difference of the refractive index of an optical layer in contact with or the nearest to the substrate in the optical multi-layered film having the wavelength selecting function and the refractive index of the substrate is less than 0.3. A part 11 formed on the substrate and having no wavelength selecting function is the reflection preventing film having a refractive index and film thickness adjusted so as to have the reflection preventing function to the two used wavelength and consisting of at least one optical layer and layers 13 having a structure about equal to that of the reflection preventing film are disposed on an air side of the optical multi-layered films 12.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-264533
(P2001-264533A)

(43)公開日 平成13年9月26日(2001.9.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 B	5/28	C 0 2 B 5/28	2 H 0 4 8
	1/11	C 1 1 B 7/12	2 K 0 0 9
G 1 1 B	7/12	7/135	A 5 D 1 1 9
	7/135	G 0 2 B 1/10	A

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-70571(P2000-70571)

(22)出願日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿 1 丁目26番 2 号

(72)発明者 徳弘 節夫

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(72)発明者 平山 博士

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

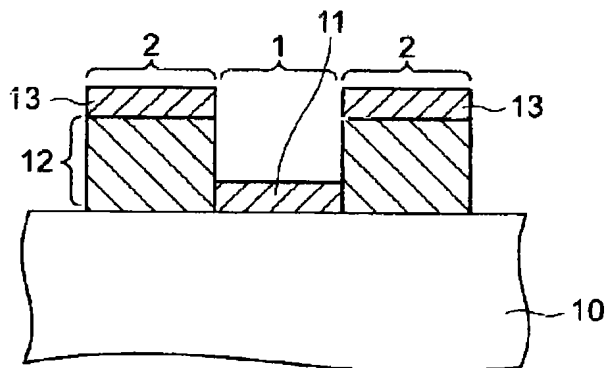
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 波長選択機能を有する光学部品及び光ピックアップ装置

(57)【要約】

【課題】 ダイクロイックフィルタを構成する特定の層に波長に対する所望の透過率特性を維持したまま位相の調整を行うことができる位相調整層を設けることにより設計の自由度を向上させることができるようにしたダイクロイックフィルタと反射防止膜とを同一光学面上に有する光学部品及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 この光学部品は、基体10と、基体に光学面に対し一方の波長の光をより多く透過させ他方の波長の光をより多く反射させる波長選択機能を有する複数の光学層からなる光学多層膜12を備える。波長選択機能を有する光学多層膜のうち基体と接するかまたは基体に最も近い光学層の屈折率と基体の屈折率との差が0.3以内である。また、基体に形成された波長選択機能を有さない部分11が2つの使用波長に対して反射防止機能を有するように屈折率と膜厚とが調整された1層以上の光学層からなる反射防止膜であり、この反射防止膜とほぼ同等の構成の層13が光学多層膜12の空気側に配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長の異なる少なくとも2つの光を透過させて用いることのできる光学部品であって、

基体と、

前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長の光をより多く透過させ、他方の波長の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多層膜と、を備え、

前記波長選択機能を有する光学多層膜のうち前記基体と接するかまたは前記基体に最も近い前記光学層の屈折率と前記基体の屈折率との差が0.3以内であることを特徴とする波長選択機能を有する光学部品。

【請求項2】 波長選択機能を有さない部分を更に有し、この波長選択機能を有さない部分が、使用する2つの波長の光に対して反射防止機能を有するように屈折率と膜厚とが調整された1層以上の光学層からなる反射防止膜であることを特徴とする請求項1に記載の光学部品。

【請求項3】 波長の異なる少なくとも2つの光を透過させて用いることのできる光学部品であって、

基体と、

前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長の光をより多く透過させ、他方の波長の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多層膜と、

前記基体の少なくとも1部分に形成された波長選択機能を有さない部分と、を備え、

前記波長選択機能を有さない部分が、使用する少なくとも2つの波長に対して反射防止機能を有するように屈折率と膜厚とが調整された1層以上の光学層からなる反射防止膜であり、

	屈折率
第1の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$
第2の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$

【請求項8】 上記反射防止膜が一層から構成され、この層の屈折率と光学膜厚 (nd = 屈折率 \times 膜厚) が以下

屈折率
$1.35 \leq n \leq 1.50$

【請求項9】 前記波長選択機能を有する光学多層膜が前記光学部品の表面の空気側から順に第1の層～第9の層まで構成され、前記第1の層～前記第8の層がそれぞれ

	屈折率
第1の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$
第2の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$
第3の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$
第4の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$
第5の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$
第6の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$
第7の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$

前記反射防止膜は前記波長選択機能を有する前記光学多層膜の前記基体側とは反対側にも配置されていることを特徴とする光学部品。

【請求項4】 前記光学多層膜における各光学層 ($i = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{i1} d_{i1}$ = 屈折率 $n_{i1} \times$ 膜厚 d_{i1}) の合計 $\Sigma (n_{i1} d_{i1})$ と、前記反射防止膜 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{j2} d_{j2}$) の合計 $\Sigma (n_{j2} d_{j2})$ とが、以下の式を満たすことを特徴とする請求項3に記載の光学部品。

$$7\lambda/8 \leq \Sigma(n_{i1} d_{i1}) - \Sigma(n_{j2} d_{j2}) - (\Sigma d_{i1} - \Sigma d_{j2}) \leq 9\lambda/8$$

但し、 λ は、使用波長のうちの短い方の波長である。

【請求項5】 前記光学多層膜における各光学層 ($i = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{i1} d_{i1}$ = 屈折率 $n_{i1} \times$ 膜厚 d_{i1}) の合計 $\Sigma (n_{i1} d_{i1})$ と、前記反射防止膜 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{j2} d_{j2}$) の合計 $\Sigma (n_{j2} d_{j2})$ とが、以下の式を満たすことを特徴とする請求項3に記載の光学部品。

$$15\lambda/8 \leq \Sigma(n_{i1} d_{i1}) - \Sigma(n_{j2} d_{j2}) - (\Sigma d_{i1} - \Sigma d_{j2}) \leq 17\lambda/8$$

但し、 λ (nm) は使用波長のうちの短い方の波長であり、各膜厚の単位はnmである。

【請求項6】 前記光学多層膜のうちの前記基体と接するかまたは最も近い前記光学層の光学膜厚 (nd = 屈折率 $n \times$ 膜厚 d) が請求項4または5に記載の式を満足するように調整されていることを特徴とする請求項4または5に記載の光学部品。

【請求項7】 上記反射防止膜が前記光学部品の表面の空気側から第1の層及び第2の層に構成され、前記第1の層及び前記第2の層の各屈折率と各光学膜厚 (nd = 屈折率 \times 膜厚) が以下の範囲内であることを特徴とする請求項2または3に記載の光学部品。

光学膜厚 nd (nm)

$$170 \leq nd \leq 270$$

$$nd \leq 70$$

の範囲内であることを特徴とする請求項2または3に記載の光学部品。

光学膜厚 nd (nm)

$$44 \leq nd \leq 286$$

れ以下に示す屈折率と光学膜厚の範囲内であることを特徴とする請求項1, 2または3に記載の光学部品。

光学膜厚 nd (nm)

$$172 \leq nd \leq 265$$

$$nd \leq 70$$

$$10 \leq nd \leq 370$$

$$150 \leq nd \leq 250$$

$$240 \leq nd \leq 300$$

$$170 \leq nd \leq 240$$

$$210 \leq nd \leq 300$$

第8の層 $1.80 \leq n \leq 2.40$ $110 \leq nd \leq 330$

【請求項10】 前記光学部品が、プラスチックまたはガラスからなる光ピックアップレンズであることを特徴とする請求項1、2または3に記載の光学部品。

【請求項11】 前記波長選択性を有する光学多層膜と前記基体との間に下地層を有することを特徴とする請求項1、2または3に記載の光学部品。

【請求項12】 波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$)の第2の光源と、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるレンズと、

前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器と、を備え、前記レンズは、少なくとも2つの波長 λ_1 、 λ_2 の光を透過させることができ、基体と、前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長 λ_1 または λ_2 の光をより多く透過させ、他方の波長 λ_2 または λ_1 の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多層膜と、を備え、前記波長選択機能を有する光学多層膜のうち前記基体と接するかまたは前記基体に最も近い前記光学層の屈折率と前記基体の屈折率との差が0.3以内であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記レンズが波長選択機能を有さない部分を更に有し、この波長選択機能を有さない部分が、使用する2つの波長の光に対して反射防止機能を有するように屈折率と膜厚とが調整された1層以上の光学層からなる反射防止膜であることを特徴とする請求項12に記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】 波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$)の第2の光源と、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるレンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器と、を備え、前記レンズは、少なくとも2つの波長 λ_1 、 λ_2 の光を透過させることができ、基体と、前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長 λ_1 または λ_2 の光をより多く透過させ、他方の波長 λ_2 または λ_1 の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多層膜と、

	屈折率	光学膜厚 nd (nm)
第1の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$170 \leq nd \leq 270$
第2の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$nd \leq 70$

【請求項19】 前記レンズの前記反射防止膜が一層から構成され、この層の屈折率と光学膜厚 (nd = 屈折率

屈折率	光学膜厚 nd (nm)
$1.35 \leq n \leq 1.50$	$44 \leq nd \leq 286$

前記基体の少なくとも1部分に形成された波長選択機能を有さない部分と、を備え、

前記波長選択機能を有さない部分が、使用する少なくとも2つの波長 λ_1 または λ_2 に対して反射防止機能を有するように屈折率と膜厚とが調整された1層以上の光学層からなる反射防止膜であり、前記反射防止膜は前記波長選択機能を有する前記光学多層膜の前記基体とは反対側にも配置されていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記レンズの前記光学多層膜における各光学層 ($i = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{i1} d_{i1}$ = 屈折率 n_{i1} × 膜厚 d_{i1}) の合計 $\Sigma (n_{i1} d_{i1})$ と、前記反射防止膜 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{j2} d_{j2}$) の合計 $\Sigma (n_{j2} d_{j2})$ とが、以下の式を満たすことを特徴とする請求項14に記載の光ピックアップ装置。

$7\lambda/8 \leq \Sigma(n_{i1} d_{i1}) - \Sigma(n_{j2} d_{j2}) - (\Sigma d_{i1} - \Sigma d_{j2}) \leq 9\lambda/8$
但し、 λ は、使用波長 λ_1 または λ_2 のうちの短い方の波長である。

【請求項16】 前記レンズの前記光学多層膜における各光学層 ($i = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{i1} d_{i1}$ = 屈折率 n_{i1} × 膜厚 d_{i1}) の合計 $\Sigma (n_{i1} d_{i1})$ と、前記反射防止膜 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{j2} d_{j2}$) の合計 $\Sigma (n_{j2} d_{j2})$ とが、以下の式を満たすことを特徴とする請求項14に記載の光ピックアップ装置。

$15\lambda/8 \leq \Sigma(n_{i1} d_{i1}) - \Sigma(n_{j2} d_{j2}) - (\Sigma d_{i1} - \Sigma d_{j2}) \leq 17\lambda/8$
但し、 λ (nm) は使用波長 λ_1 または λ_2 のうちの短い方の波長であり、各膜厚の単位はnmである。

【請求項17】 前記レンズの前記光学多層膜のうちの前記基体と接するかまたは最も近い前記光学層の光学膜厚 (nd = 屈折率 n × 膜厚 d) が請求項15または16に記載の式を満足するように調整されていることを特徴とする請求項15または16に記載の光ピックアップ装置。

【請求項18】 上記反射防止膜が前記光学部品の表面の空気側から第1の層及び第2の層に構成され、前記第1の層及び前記第2の層の各屈折率と各光学膜厚 (nd = 屈折率 × 膜厚) が以下の範囲内であることを特徴とする請求項2または3に記載の光学部品。

×膜厚) が以下の範囲内であることを特徴とする請求項13または14に記載の光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記レンズの前記波長選択機能を有する光学多層膜が前記光学部品の表面の空気側から順に第1の層～第9の層まで構成され、前記第1の層～前記第

	屈折率	光学膜厚 nd (nm)
第1の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$172 \leq nd \leq 265$
第2の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$nd \leq 70$
第3の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$10 \leq nd \leq 370$
第4の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$150 \leq nd \leq 250$
第5の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$240 \leq nd \leq 300$
第6の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$170 \leq nd \leq 240$
第7の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$210 \leq nd \leq 300$
第8の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$110 \leq nd \leq 330$

【請求項21】 前記レンズが、プラスチックまたはガラスからなる光ピックアップレンズであることを特徴とする請求項13、14または15に記載の光ピックアップ装置。

【請求項22】 前記レンズが前記波長選択性を有する光学多層膜と前記基体との間に下地層を有することを特徴とする請求項13、14または15に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レンズ、プリズム、フィルタ板等の波長選択機能を有する光学部品及び光ピックアップ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、短波長赤色半導体レーザの実用化に伴い、従来の光情報記録媒体であるコンパクトディスク(CD)と同程度の大きさで大容量化させた高密度の情報記録媒体であるDVDが市販されている。CDでは780nmの半導体レーザを使用し、対物レンズの開口数0.45程度とし、透明基材の厚さを1.2mmとしているのに対し、DVDではより小さい記録ピットの情報を読み込むことができるように650nmの半導体レーザを使用し、対物レンズの開口数NAを0.6とし、透明基材の厚さを0.6mmとしている。

【0003】このように、使用波長、基材厚、記録密度などが種々異なる光ディスクを同一の光ピックアップ装置を用いて記録・再生することに対応するため、波長の異なる2つの光源を備え、1つの集光光学系によって複数の光ディスクを再生/記録する光ピックアップ装置が種々提案されている。

【0004】かかる光ピックアップ装置の1つの方式として、光学素子面に2つの異なるレーザ波長に対し透過する光束の大きさを自動的に切り替える機能を付加することにより、異なる仕様の光情報記録媒体を再生する方法が提案されている。光束の大きさを波長毎に自動的に切り替える手段として、波長選択機能を有する光学多層膜(以下、ダイクロイックフィルタ)を用いて透過率の波長選択機能を使ったもの(650nmの光をほとんど

8の層がそれぞれ以下に示す屈折率と光学膜厚の範囲内であることを特徴とする請求項13、14または15に記載の光ピックアップ装置。

透過させ、780nmの光は反射光量を増加させることで透過光量を低下させる)、回折格子を用いて透過率の波長選択機能を付加したものなどが提案されている。

(例えば、特開平9-204683号公報参照。)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、ダイクロイックフィルタを用いて使用する2つの波長に対し透過する光束を自動的に切り替えを行う場合、ダイクロイックフィルタ部を透過した光とダイクロイックフィルタがない部分を透過した光との位相差が $2n\pi$ ($n=0, 1, 2, \dots$)である必要がある。これは、ダイクロイックフィルタ部とそれ以外の部分を透過した光の位相差が $2n\pi$ からずれてしまうと、レンズの波面収差特性が変化してしまいレンズの結像性能が劣化してしまうからである。所望のダイクロイックフィルタ膜の反射特性、透過特性を保ったまま位相差を調整する方法が困難であり、これまで具体的な提案がなされていない。また、同一光学面上にダイクロイックフィルタを有する部分とそれ以外の部分とを形成するための手法も、従来方法の場合境界部において膜厚が傾斜膜になる部分が生じてしまう等の不具合があった。

【0006】本発明は、上述のような従来技術の問題に鑑み、ダイクロイックフィルタを構成する特定の層に波長に対する所望の透過率特性を維持したまま位相の調整を行うことができる位相調整層を設けることにより設計の自由度を向上させることができるようにしたダイクロイックフィルタと反射防止膜とを同一光学面上に有する光学部品、及びこの光学部品を光ピックアップレンズとして含む光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による光学部品は、波長の異なる少なくとも2つの光を透過させて用いることのできる波長選択機能を有する光学部品であって、基体と、前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長の光をより多く透過させ、他方の波長の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多

層膜とを備え、前記波長選択機能を有する光学多層膜のうち前記基体と接するかまたは前記基体に最も近い前記光学層の屈折率と前記基体の屈折率との差が0.3以内であることを特徴とする。ここで、波長選択機能を有するとは、一方の波長の光透過率と、他方の波長の光透過率との差が少なくとも10%以上あることを意味する。

【0008】本発明は、ダイクロイックフィルタの膜構成に関し、基体と接するかまたは基体に最も近い層の屈折率と基体の屈折率の差を0.3以下とすることにより、この層の膜厚を任意に調整することでダイクロイックフィルタ部を透過した光とダイクロイックフィルタ部以外の部分を透過した光との位相差を 2π の整数倍になるように調整できるとともに、ダイクロイックフィルタの所望の反射率及び透過率の特性を維持できる。

【0009】また、所望のダイクロイックフィルタの反射率と透過率の特性を得るためには、ダイクロイックフィルタを構成する層の層数とそれぞれの層の屈折率と膜厚を最適化する必要がある。さらに、ダイクロイックフィルタ部を透過した光と、ダイクロイックフィルタ部以外を透過した光の位相差を 2π (rad) だけ正確にずらすためには、それぞれの層の厚さと屈折率を最適化する必要がある。ここで、ダイクロイックフィルタの反射率、透過率を最適化するための各層の屈折率、膜厚が必ずしも透過位相差を最適化する値と一致しないことが普通である。このため、透過率及び反射率をフィッティングしながら位相差調整をすることになるが、この場合設計の自由度を極端に制限することになる。そこで、透過率及び反射率に関する感度が極端に悪い層（位相調整層）をダイクロイックフィルタに設けることで、透過率及び反射率のフィッティングは位相調整層を除いた層で行い、透過位相の調整は位相調整層のみの膜厚を調整することにより行い、設計の自由度を増やすようしている。反射率と透過率に関する感度が悪い層を実現することは、基体に最も近い層または基体と接する層に対して、基材との屈折率差を0.3以下とすることで達成可能である。屈折率差が0.3以下であると、この層の膜

$$2\pi\text{のとき} \quad 7\lambda/8 < \sum(n_i d_i) - \sum d_i < 9\lambda/8 \quad (1)$$

$$4\pi\text{のとき} \quad 15\lambda/16 < \sum(n_i d_i) - \sum d_i < 17\lambda/16 \quad (2)$$

【0013】ここで、 λ は使用している短い方のレーザー光の波長である。正確には上式がレーザー波長と同等になることが望ましい。ダイクロイックフィルタ部とそれ以外の部分を透過する光の透過位相が入からずれた場合、レンズの波面収差特性を劣化させることになり、結像性

$$2\pi\text{のとき} \quad 570\text{nm} < \sum(n_i d_i) - \sum d_i < 730\text{nm} \quad (3)$$

$$4\pi\text{のとき} \quad 1220\text{nm} < \sum(n_i d_i) - \sum d_i < 1381\text{nm} \quad (4)$$

【0014】更に、一般的に膜厚に関し、光学多層膜における各光学層 ($i=1, 2, 3, \dots$) の光学膜厚 ($n_{i1} d_{i1}$ = 屈折率 n_{i1} × 膜厚 d_{i1}) の合計 $\sum(n_{i1} d_{i1})$ と、反射防止膜 ($j=1, 2, 3, \dots$) の光

$$7\lambda/8 \leq \sum(n_{i1} d_{i1}) - \sum(n_{j2} d_{j2}) - (\sum d_{i1} - \sum d_{j2}) \leq 9\lambda/8 \quad (5)$$

厚により反射率特性がさほど変化しない。

【0010】また、本発明による別の光学部品は、波長の異なる少なくとも2つの光を透過させて用いることのできる光学部品であって、基体と、前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長の光をより多く透過させ、他方の波長の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多層膜と、前記基体の少なくとも1部分に形成された波長選択機能を有さない部分とを備え、前記波長選択機能を有さない部分が、使用する2つの波長に対して反射防止機能を有するように屈折率と膜厚とが調整された1層以上の光学層からなる反射防止膜であり、前記反射防止膜は前記波長選択機能を有する前記光学多層膜の前記基体とは反対側にも配置されていることを特徴とする。ここで、反射防止機能を有するとは、基体の反射率より低い反射率を有することを意味する。

【0011】この光学部品によれば、同一光学面上にダイクロイックフィルタとして機能する部分と、機能しない部分をパターン形成する場合、ダイクロイックフィルタとして機能しない部分に対しては使用する波長の光の透過率を向上させるために反射防止膜 (AR膜) を付加することにより、光の有効利用の観点から有利となる。この反射防止膜は、ダイクロイックフィルタの空気側の構成と同一であることが望ましいため、1層または2層の反射防止膜とすることが望ましい。反射防止膜の層数を3層以上にした場合、ダイクロイックフィルタの反射防止膜と同一構成以外の層の屈折率と膜厚をフィッティングしても所望の光学性能を得難くなるためである。

【0012】また、ダイクロイックフィルタ部を透過した光とダイクロイックフィルタ部以外を透過した光の位相差を $2n\pi$ ($n=1, 2, 3, \dots$) とするためには、ダイクロイックフィルタ部の光学膜厚の合計 ($\sum n d$) と膜厚の合計 ($\sum d$) が以下の式 (1)、(2) を満たすことが必要である。

能を劣化させる。実使用上、 $\lambda/8$ までの差であれば影響が少ないことが確認されているので、レーザーの波長を650nmとしたとき、膜厚に関して次の式 (3)、(4) を満足していればよいことになる。

学膜厚 ($n_{j2} d_{j2}$) の合計 $\sum(n_{j2} d_{j2})$ とすると、次の式 (5)、(6) を満足していればよい。

【0015】

【0016】

$$15\lambda/8 \leq \sum(n_{i1} d_{i1}) - \sum(n_{j2} d_{j2}) - (\sum d_{i1} - \sum d_{j2}) \leq 17\lambda/8 \quad (6)$$

但し、 λ (nm) は使用波長のうちの短い方の波長であり、各膜厚の単位はnmである。

【0017】具体的には、上記反射防止膜が前記光学部品の表面の空気側から第1の層及び第2の層に構成さ

	屈折率
第1の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$
第2の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$

【0019】また、上記反射防止膜が一層から構成される場合、この層の屈折率と光学膜厚 ($nd = \text{屈折率} \times \text{膜厚}$) が以下の範囲内であることが好ましい。

屈折率	光学膜厚 nd (nm)
$1.35 \leq n \leq 1.50$	$44 \leq nd \leq 286$

【0021】更に、前記波長選択機能を有する光学多層膜が前記光学部品の表面の空気側から順に第1の層～第9の層まで構成され、前記第1の層～前記第8の層がそ

	屈折率	光学膜厚 nd (nm)
第1の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$172 \leq nd \leq 265$
第2の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$nd \leq 70$
第3の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$10 \leq nd \leq 370$
第4の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$150 \leq nd \leq 250$
第5の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$240 \leq nd \leq 300$
第6の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$170 \leq nd \leq 240$
第7の層	$1.35 \leq n \leq 1.50$	$210 \leq nd \leq 300$
第8の層	$1.80 \leq n \leq 2.40$	$110 \leq nd \leq 330$

【0023】また、本発明の光学部品は、プラスチックまたはガラスからなる光ピックアップレンズとすることができる。また、波長選択性を有する光学多層膜と基体との間に下地層を設けてもよい。この下地層により次の製膜工程が容易となる。

【0024】また、ダイクロイックフィルタを形成する部分と、反射防止膜を形成する部分とをそれぞれ独立にパターン形成させようとすると、その境界において傾斜膜になるという問題があった。光学面上にダイクロイックフィルタや反射防止膜を形成するとき、真空蒸着法やスパッタリング法を用いる場合が一般的であるが、これらの方法は蒸発又はスパッタされた粒子の指向性が強いために、光学面の有効径より小さい部分にこれらの膜を形成させた場合この光学部品を保持している支持体の影になり傾斜膜 (周辺部にいくに従い薄くなってくる。) になってしまうのである (図9参照)。

【0025】この解決のために、反射防止膜を形成している層の構成と全く同等の構成を、ダイクロイックフィルタを形成している膜の空気側に配置してやることで、光学部品の有効径よりも小さい開口の蒸着マスクまたはスパッタリングマスクを用いなくても、同一光学面上にダイクロイックフィルタ機能を有する部分と反射防止機能を有する部分を形成するとともに、その境界部における傾斜膜を全くなすことが可能である。このようにし

て、前記第1の層及び前記第2の層の各屈折率と各光学膜厚 ($nd = \text{屈折率} \times \text{膜厚}$) が以下の範囲内であることが好ましい。

【0018】

光学膜厚 nd (nm)
$170 \leq nd \leq 270$
$nd \leq 70$

厚) が以下の範囲内であることが好ましい。

【0020】

光学膜厚 nd (nm)

れぞれ以下に示す屈折率と光学膜厚の範囲内であることが好ましい。

【0022】

光学膜厚 nd (nm)

て、同一光学面上にダイクロイックフィルタ部と、使用する2つの波長を両方透過させるための反射防止膜 (AR膜) とを比較的簡易に、しかもその境界部の輪郭をきれいに仕上げることができる。

【0026】また、本発明による光ピックアップ装置は、波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$) の第2の光源と、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるレンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記レンズは、少なくとも2つの波長 λ_1 、 λ_2 の光を透過させることができ、基体と、前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長 λ_1 または λ_2 の光をより多く透過させ、他方の波長 λ_2 または λ_1 の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多層膜と、を備え、前記波長選択機能を有する光学多層膜のうち前記基体と接するかまたは前記基体に最も近い前記光学層の屈折率と前記基体の屈折率との差が0.3以内であることを特徴とする。

【0027】また、本発明による別の光ピックアップ装置は、波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$) の第2の光源と、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させるレンズと、前記第

1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記レンズは、少なくとも2つの波長 λ_1 、 λ_2 の光を透過させることができ、基体と、前記基体の少なくとも1部分に、少なくとも1つの光学面に対し一方の波長 λ_1 または λ_2 の光をより多く透過させ、他方の波長 λ_2 または λ_1 の光をより多く反射させる波長選択機能を有するように形成された複数の光学層からなる光学多層膜と、前記基体の少なくとも1部分に形成された波長選択機能を有さない部分とを備え、前記波長選択機能を有さない部分が、使用する2つの波長 λ_1 または λ_2 に対して反射防止機能を有するように屈折率と膜厚とが調整された1層以上の光学層からなる反射防止膜であり、前記反射防止膜は前記波長選択機能を有する前記光学多層膜の前記基体側とは反対側にも配置されていることを特徴とする。

【0028】上述の各光ピックアップ装置によれば、2つの波長 λ_1 と λ_2 とを自動的に切り替えながら異なる光情報記録媒体についての記録または再生を行うことができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明による実施の形態について図面を用いて説明する。本実施の形態は、プラスチック製の光ピックアップ用のレンズの片方の面についてダイクロイックフィルタ機能を有する部分と反射防止機能を有する部分にパターン化したものである。

【0030】図1は、本発明の実施の形態を示す光ピックアップレンズの要部断面図である。この光ピックアップレンズは、ダイクロイックフィルタ機能を有する光学膜と反射防止機能を有する光学膜とが基材の同一面上に形成されたものである。即ち、図1の光ピックアップレンズは、基材10の中心部分に形成された反射防止機能を有する光学多層膜11と、その周囲のドーナツ状の部分に形成されたダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜12とを備える。光学多層膜12の上には光学多層膜11と同様の層構成で反射防止機能を有する光学多層膜13が形成されている。光学多層膜11が波長選択機能を有せずかつ反射防止機能を有する部分1を構成し、光学多層膜12及び光学多層膜13が波長選択機能を有する部分2を構成する。

【0031】なお、図1の例は、波長選択機能を有しない部分1及び波長選択機能を有する部分2をレンズの片面に設けたが、光ピックアップレンズの両方の面に対して同様のパターンニング処理を実施し、両面に設けてもよい。

【0032】

【実施例】次に、図1の光ピックアップレンズについて具体的な実施例により説明する。図1の光学多層膜12、13（ダイクロイックフィルタ部）は、次の表1に示すような層構成で、空気側から順に第1の層～第9の

層まで真空蒸着法により形成した。また、分光エリプソメーター（J.A.WOOLLAM社製、V-VASE）を用いて各層の屈折率と膜厚が所望の値に一致していることを確認した。

【0033】

【表1】

層数	層を構成する材料	屈折率	光学膜厚(nm)
1	SiO ₂	1.46	208
2	Ta ₂ O ₅	2.03	63
3	SiO ₂	1.46	208
4	Ta ₂ O ₅	2.03	203
5	SiO ₂	1.46	272
6	Ta ₂ O ₅	2.03	203
7	SiO ₂	1.46	249
8	Ta ₂ O ₅	2.03	203
9	SiO ₂	1.46	0
基材	プラスチック	1.54	

【0034】ここで、図1の基材10と接する光学多層膜11の第9の層は、SiO₂を主成分とした膜より構成されておりその屈折率はほぼ1.46である。この第9の層の膜厚は、中心部に製膜された反射防止の光学多層膜の構成（屈折率と厚さ）により調整すべき厚さであるのでここでは仮に0としている。

【0035】以上の表1の層構成を有する図1の光学多層膜12、13（ダイクロイックフィルタ部）は、図2のカーブ（a）のような分光反射率特性を有し、透過させるべき短い波長を650nmとし、遮蔽（反射）させるべき長い光の波長を780nmとして設計されており、650nmでの反射率0%、780nmでの反射率55%となっている。

【0036】また、中心部に形成された反射防止機能を有する図1の光学多層膜11は、次の表2に示す2層よりなる。表2の光学多層膜11は、650nmと780nmで反射率が極力少なくなるように設計されている。表2の光学多層膜11の分光反射率特性を図3に示す。

【0037】

【表2】

層数	層を構成する材料	屈折率	光学膜厚(nm)
1	SiO ₂	1.46	208
2	Ta ₂ O ₅	2.03	63
基材	プラスチック	1.54	

【0038】ここで、ダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜12を透過した光と、反射防止機能を有する光学多層膜11を透過した光との位相差が 2π (rad)となるように調整を実施する。ここで、光の波長を650nmとする。

【0039】まず、光学多層膜12（ダイクロイックフィルタ部）を透過した光の位相を以下の通り計算する。各層の屈折率と膜厚を掛け合わせた値を合計し（ ΣN

D)、この合計値を光の波長で割った値に 2π を掛けた値が、光学多層膜12を透過したときの透過位相($\delta 1$)である。

【0040】一方、反射防止機能を有する光学多層膜11を透過したときの位相の計算はダイクロイックフィルタ部を透過したときの計算方法と基本的には同じであるが、ダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜12と、反射防止機能を有する光学多層膜11との厚さの差分は、空气中を光が進んでいるものとして考える。このようにして考えた反射防止機能を有する光学多層膜11を透過した光の透過位相を $\delta 2$ とする。

【0041】このとき、($\delta 1 - \delta 2$)が 2π (rad)の整数倍になるようにすれば位相調整ができる。本実施例の場合、ダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜12の第9の層の光学膜厚を364nmにすれば($\delta 1 - \delta 2$)が 2π (rad)となり、位相調整が行われ、レンズの波面収差特性を劣化させることがなくなる。このように、基材と接する第9の層の光学膜厚を364nmとしたときの分光反射率特性を図2のカーブ(b)に示す。

【0042】図2のカーブ(b)から分かるように、基材と接する第9の層の膜厚を0としたカーブ(a)とはほぼ同等の曲線が得られることがわかる。これは、基材として用いた素材の屈折率と基材と接する第9の層の屈折率との屈折率差が、本実施例の場合0.07と小さいために達成できたことである。

【0043】この屈折率差が0.3を超える場合は第9の層の厚さによって分光反射率特性の変化が大きくなる。比較例として、屈折率1.85である膜を第9の層の材料とし、屈折率差を0.31とし、光学膜厚を0(a')と250nm(b')としたときの分光反射率特性を図4に示す。膜厚により反射率が大きく変化することがわかる。このため、基材と第9の層の屈折率差が0.3を超えた場合、反射率特性をフィティングしながら、かつ同時に位相調整を行わなければならない、この作業は非常に煩雑になってしまう。

【0044】次に、図1に示すような光ピックアップレンズの製造工程を図5～図9により説明する。図1に示したように、光学面の中心部に780nmと650nmの光の反射を防止するための反射防止機能を有する光学多層膜を形成し、光学多層膜11の外側ヘリング状に780nmの光を遮断し、650nmの光を透過させるようなダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜を形成した。

【0045】まず、第1の工程として、図5のように、反射防止機能を有する光学多層膜を形成する光学面の中心部にマスク21となるパターンを形成した。このマスク21は、金属膜(Ag)を真空蒸着法により200nm蒸着することで形成した。この場合、反射防止機能を有する光学多層膜を形成すべき中心部分を開口とした蒸

着ヤトイを用い、金属膜を蒸着することでパターンを形成することが可能である。

【0046】次に、第2の工程として、レンズ全面に製膜可能な蒸着ヤトイにレンズを移し、図6のように、ダイクロイック機能を有する光学多層膜のうち反射防止機能を有する光学多層膜と同等の部分を除いた層22を形成する。

【0047】次に、第3の工程として、図7に示すように、反射防止機能を有する光学多層膜を形成する光学面の中心部において、パターン化されたマスク21のAg膜を適当な濃度の硝酸中に浸漬することにより溶かすとともに、Ag膜上に形成されたダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜も同時に剥離し、光学多層膜23の部分を残す。

【0048】次に、第4の工程として、レンズ全面に製膜可能な蒸着ヤトイにレンズをセットし、図8のように反射防止機能を有する光学多層膜24、25をレンズ全面に形成する。

【0049】以上の各製造工程により、図8のように、光学面(レンズ面)の中心部分には、使用する2つの波長で有効な反射防止機能を有する光学膜24が形成され、その外周部に780nmの波長の光を反射させ650nmの波長の光を透過させるようなダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜23、25が完成する。

【0050】この場合、図8に示すように、反射防止機能を有する光学膜24とダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜23との境界部26において、シャープなエッジが比較的簡易に得られる。これは、反射防止機能を有する光学膜24と同等の構成を持つ光学膜25をダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜23の空気側に配することで境界部26のエッジをシャープにできるのである。

【0051】ここで、比較のために、反射防止機能を有する光学膜とダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜とをそれぞれ独立な膜として形成したときの問題点について述べる。この場合には、反射防止機能を有する光学膜をレンズの中心にのみ製膜する必要があるために、レンズの中心部に開口を持つ蒸着ヤトイにレンズをセットし、反射防止機能を有する光学膜を形成する必要がある。更に、反射防止機能を有する光学膜上に金属の剥離層を形成し、レンズ全面にダイクロイック機能を持つ光学多層膜を形成した後、硝酸等の酸の中に浸漬することで金属を溶かすとともに金属膜の上に製膜されたダイクロイック機能を有する光学多層膜を除去することにより、反射防止機能を有する光学膜とダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜とを同一光学面上に形成することは可能である。しかし、図7のように、反射防止機能を有する光学膜24'をレンズ中心の中心部に形成するとき、中心部に開口をもつ蒸着ヤトイの影の影響で、ダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜2

3' との間の境界部に膜厚が傾斜となってしまう傾斜部分29が発生してしまう。これは、光学膜を形成する方法として真空蒸着やスパッタリング法を用いたとき、蒸発又はスパッタされた粒子の直進性に起因するものであり避けられない現象である。

【0052】これに対し、本実施の形態の構成では、図1のように、反射防止機能を有する光学膜と同等の構成を持つ光学膜をダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜の空気側にも形成するような層構成を実現することにより、傾斜部分が発生せずに図8のようにそれらの境界部26のエッジをシャープに形成できるのである。

【0053】なお、本実施の形態においては、ダイクロイックフィルタ機能を有する光学多層膜と反射防止機能を有する光学多層膜を形成する手段として真空蒸着法を用いているが、スパッタリング等の他の薄膜形成技術を用いても同等の効果を有する薄膜を形成できる。

【0054】次に、上述の図1の光ピックアップレンズを光ピックアップ装置に用いた例を説明する。図10は光ピックアップ装置の概略的な構成を示す図である。この光ピックアップ装置は、第1の光情報記録媒体に対して記録または再生を行う第1の半導体レーザ41と、第2の光情報記録媒体に対して記録または再生を行う第1の半導体レーザ41とは波長の異なる第2の半導体レーザ42と、各半導体レーザ41、42から射出される発散光束の発散角を所望の発散角に変換するカップリングレンズ31と、各半導体レーザ41、42からの光束をほぼ一つの方向に進ませるビームスプリッタ20と、カップリングレンズ31と1/4波長板35を通過した光束を光情報記録媒体39の情報記録面に集光する光ピックアップレンズ32と、光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器51と、光情報記録媒体39からの反射光を光検出器51に向けるビームスプリッタ40とを備えている。

【0055】また、図10の光ピックアップ装置は、更に、光ピックアップレンズ32に前置された絞リ36と、光検出器51に前置されたシリンジカルレンズ52と、第2の半導体レーザ12からの発散光束の発散度を変換するための発散角変更レンズ60とを備える。

【0056】図10の光ピックアップ装置は、例えば第1の半導体レーザ41により基準波長780nmの光でCDを記録または再生し、第2の半導体レーザ42により基準波長650nmの光でDVDを記録または再生するようにできる。そして、光ピックアップレンズ32は、図1のように、その光学面32a(図10)の中心部に780nmと650nmの光の反射を防止するための反射防止機能を有する光学多層膜11(波長選択機能を有せずかつ反射防止機能を有する部分1)が形成され、光学多層膜11の外側にリング状に780nmの光を遮断し、650nmの光を透過させる光学多層膜1

2、13(波長選択機能を有する部分2)が形成されている。このため、図10の光ピックアップ装置は、DVDの記録または再生時に光ピックアップレンズ32の図1の部分1、2全体を利用することができるとともに、CDの記録または再生時に光ピックアップレンズ32の図1の部分1のみを利用できる。このように、図10の光ピックアップ装置では、2つの異なるレーザ波長に対し透過する光束の大きさを自動的に切り替えながら異なる光情報記録媒体について記録または再生を行うことができる。なお、図10では、光ピックアップレンズ32の光情報記録媒体39側の光学面32aに光学多層膜11、12、13を設けたが、光源側の光学面に設けてもよく、また両光学面に設けてもよい。

【0057】以上のように本発明を実施の形態及び実施例により説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で各種の変形が可能である。例えば、本発明の光学部品は、光ピックアップレンズ以外のレンズであってもよく、また、プリズムやフィルタ板等の光学部品でもよく、同様の効果が得られる。

【0058】

【発明の効果】上述のように、本発明によれば、光ピックアップレンズ等の光学部品の光学面上に、波長選択機能を有する光学多層膜と反射防止機能を有する光学多層膜を形成することにより、2つの機能を有する光学膜を透過する光の位相差が $2n\pi$ ($n=0,1,2,\dots$)であるとともに所望の反射率特性を容易に得ることができる。また、2つの異なる機能を有する光学膜の境界部のエッジをシャープに形成できる。また、2つの異なる波長に対し透過する光束の大きさを自動的に切り替えながら異なる光情報記録媒体について記録または再生を行うことができる光ピックアップ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施の形態のレンズの要部断面図である。

【図2】本発明による実施例の層構成(表1)を有する光学多層膜(ダイクロイックフィルタ部)の第9の層の膜厚が0の場合(a)と、364nmの場合(b)の分光反射率特性を示す図である。

【図3】本発明による実施例の光学多層膜(表2)の分光反射率特性を示す図である。

【図4】比較例として、屈折率1.85である膜を第9の層の材料とし光学膜厚を0(a')と250nm(b')としたときの分光反射率特性を示す図である。

【図5】本発明による実施例の光学多層膜を形成する第1の製造工程を説明するための図である。

【図6】実施例の光学多層膜を形成する第2の製造工程を説明するための図である。

【図7】実施例の光学多層膜を形成する第3の製造工程を説明するための図である。

【図8】実施例の光学多層膜を形成する第4の製造工程を説明するための図である。

【図9】図5～図8の製造工程の効果を説明するために、従来方法による問題点を説明するための図である。

【図10】本発明による実施の形態の光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【符号の説明】

10 基材

11

反射防止機能を有する光学多層膜

12

波長選択機能を有する光学多層膜

13

光学多層膜11と同様の層構成の光学多層膜

26

境界部

32

光ピックアップレンズ（光学部品）

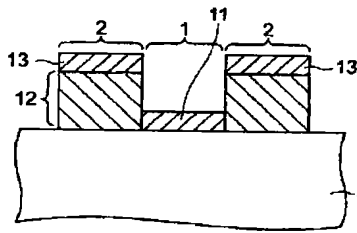
41

第1の半導体レーザ（第1の光源）

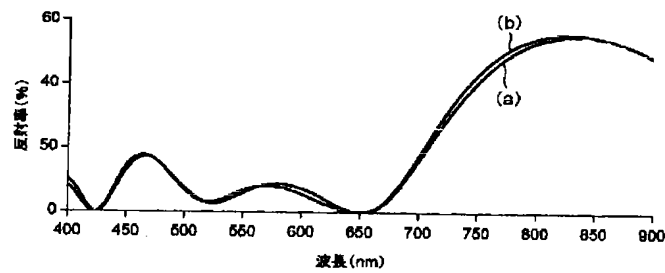
42

第2の半導体レーザ（第2の光源）

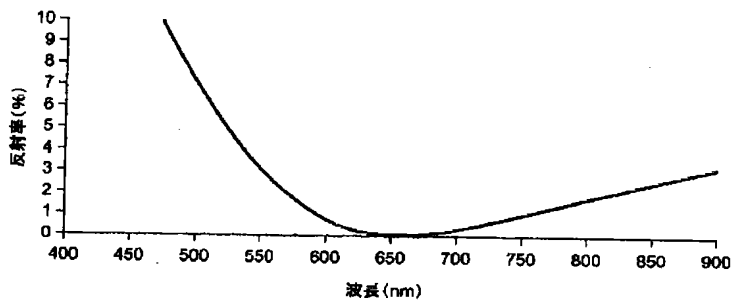
【図1】



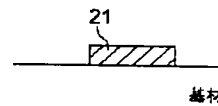
【図2】



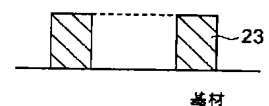
【図3】



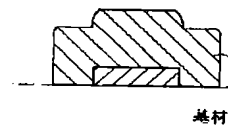
【図5】



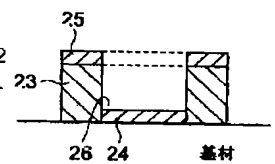
【図7】



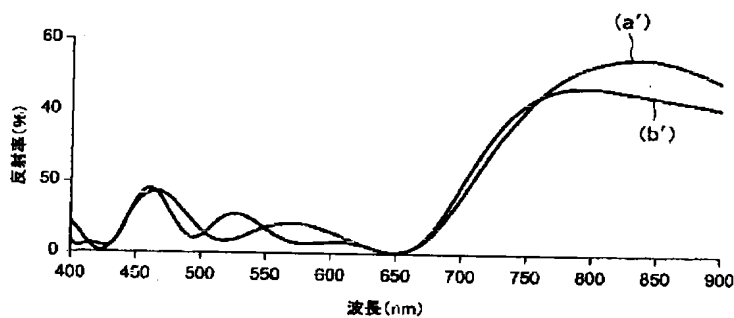
【図6】



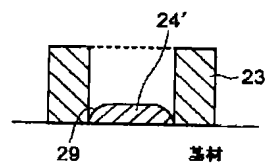
【図8】



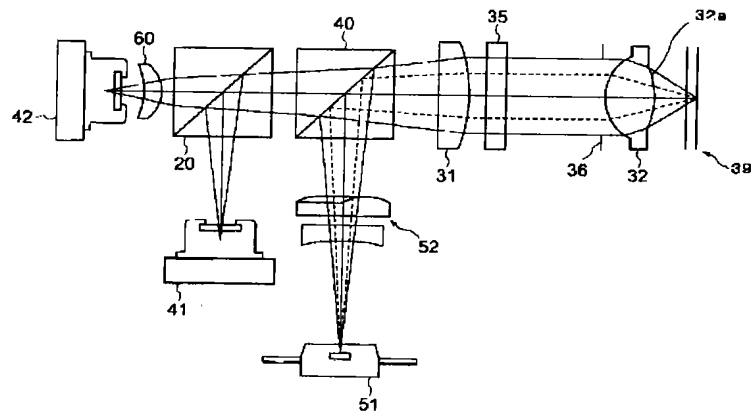
【図4】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H048 GA07 GA09 GA12 GA22 GA24
GA33 GA36 GA61
2K009 AA05 BB02 BB11 CC03 CC42
DD03
5D119 AA05 AA41 BA01 EC47 FA08
JA18 JA26 JA64 JA65 JB03